Aus dem zootomischen Institute der Universität Graz.

Über das Sperma und die Spermatogenese bei *Sycandra raphanus* Haeckel.

Von Dr. N. Poléjaeff.

(Mit 2 Tafeln.)

Die von Lieberkühn[1] im Jahre 1856 mit wünschenswerther Sicherheit constatirte Thatsache, dass bei den Spongillen den Spermatozoen anderer Thiere gleichzustellende Samenkörper vorkommen, gab den Anstoss zu weiteren Forschungen in dieser Richtung; und jetzt ist, Dank den Untersuchungen von F. E. Schulze, dessen durch Metchnikoff,[2] Braun[3] und Andere bestätigte Angaben ich zu berücksichtigen später Gelegenheit haben werde, die Frage von der sexuellen Fortpflanzung der Schwämme für Hornschwämme, Kieselschwämme und Halisarcinen als endgiltig im positiven Sinne entschieden zu betrachten — nicht aber für die Kalkschwämme. Zwar sind auch für diese Spongiengruppe die Spermatozoen beschrieben worden; zwar wollen manche, wie es z. B. Keller[4] thut, sich auf deren gleichzeitige Beschreibung durch Haeckel und Eimer stützend, die Sache für abgemacht halten; wird man aber in Betracht ziehen, dass die erwähnten Beschreibungen keineswegs überein-

[1] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. Arch. f. An. u. Phys. 1856, S. 17.

[2] Spongiologische Studien. Zeit. f. w. Z. Bd. XXXII, S. 352.

[3] Über die Geschlechtsverhältnisse bei *Halisarca lobularis*. Zool. Anz. 1881, S. 232.

[4] Zeit. f. w. Z. Bd. XXXIII, S. 329.

stimmend klingen, wird man ferner bedenken, dass, seitdem die Kalkschwamm-Spermatozoen, — abgesehen von später zu besprechenden, höchst zweifelhaften Beweisen für ihre Existenz — wiederum vermisst, nicht mehr aufgefunden werden konnten; — dann wird man sich nicht wundern, dass es noch immer Spongiologen gibt, die in Bezug auf die sexuelle Differenzirung der Kalkschwämme äusserst misstrauisch gestimmt sind, und zwar nicht ganz ohne Gründe.

Trotz der jüngsten Versuche von Ganin,[1] Keller[2] und Marshall[3] für die Zugehörigkeit der Schwämme zu den Coelenteraten einen embryologischen Beweis zu liefern, muss man doch zugeben, dass unsere jetzigen Kenntnisse durchaus ungenügend sind, um ein entscheidendes Wort über die Verwandtschaftsbeziehungen der Schwämme aussprechen zu können; und es leuchtet ein, dass demjenigen, welcher mit Balfour[4] in den Schwämmen einen besonderen Typus und in der Kalkschwamm-Amphiblastula eine Protozoen-Colonie erblicken will, die Differenzirung der Geschlechtsproducte bei der Spongiengruppe, auf welche jene merkwürdige Larve in ihrer ausgeprägtesten Form sich beschränkt[5], ganz gut möglich, doch keineswegs nothwendig

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Entwicklungsgeschichte der Schwämme. Warschau 1879 (russ.).

[2] Studien über Organisation und Entwicklungsgeschichte der Chalineen. Z. f. w. Z. Bd. XXXIII, S. 317.

[3] Die Ontogenie von *Reniera filigrana*. Ebend. Bd. XXXVII. S. 221.

[4] On the Morphology and Systematic Position of the Spongida. Quart Journ. Microsc. Sc. 1879.

[5] Höchst interessant ist die Angabe von Barrois (Embryologie de quelques Eponges de la Manche. Ann. des Sciences nat. Zool. VI, 1876. S. 56) über seine *Gummina mimosa* (= *Halisarca mimosa* Giard), bei welcher die Furchung des Eies demselben Plane zu folgen scheint, wie bei *Sycandra*, und deren Larve (l. c. Taf. 14, Fig. 38) einer Kalkschwamm-Amphiblastula ungemein ähnlich aussieht. Ist der Schwamm eine Halisarca, gehört er zu den Gummineen, die Thatsache bleibt gleich interessant, und um den Zusammenhang der Kalkschwämme mit den übrigen Spongiengruppen möglicherweise festzustellen, Näheres über das Thier und seine Ontogenie gleich wünschenswerth, da, indem bei einer Chondrosia die Rolle eines Gerippes von der festen Substanz der Rinde übernommen worden ist, eine Halisarca ihrer flachen, krustenartigen Form wegen die Skelettheile ebenso wenig braucht.

erscheinen wird; und der Zweifel daran ist, so lange die Thatsachen zu zweifeln erlauben, durchaus berechtigt.

Zu diesen Thatsachen gehe ich jetzt über.

Haeckel und Eimer sind wohl diejenigen, welche die Frage von dem Vorkommen der Spermatozoen bei den Calcispongien zum ersten Male auf die Tagesordnung gesetzt hatten. — In einem kleinen Aufsatze vom Jahre 1871 berichtet Haeckel,[1] dass es ihm nach langen, vergeblichen Bemühungen endlich gelungen sei, die Samenkörper nicht nur bei den Kieselschwämmen, sondern auch bei einigen Kalkschwämmen wahrzunehmen. Er beschreibt sie und erzählt ihre Entwicklungsgeschichte. Dasselbe finden wir in seiner klassischen Monographie der Kalkschwämme wieder; in diesem Werke sind auch die Spermatozoen mehrfach abgebildet und wird die inzwischen erschienene Arbeit von Eimer berücksichtigt. Die von Eimer[2] auf ihre Fortpflanzungsverhältnisse geprüften Arten gehörten zu den Horn-, Kiesel- und Kalkschwämmen. Bei allen gibt Eimer an, die Spermatozoen aufgefunden zu haben. Die genannte Untersuchung erwähnend, spricht nun Haeckel seine Überzeugung aus, dass von jetzt an die Frage von der sexuellen Fortpflanzung der Kalkschwämme für definitiv erledigt zu halten sei (l. c. I, S. 146).

Dem war aber doch nicht so. Die Angaben der beiden Forscher lauteten so widersprechend, dass man sogar zur Vermuthung kommen konnte, ob nicht die Forscher von ganz verschiedenen Gebilden berichteten: — Nach Eimer[3] sind die Spermatozoen, wenn nicht vereinzelt, „in ovalen Ballen im Gewebe zerstreut" zu finden; nach Haeckel liegen sie zwischen den Entodermzellen mit den Schwänzen frei hervorragend.[4] Nach Eimer sind sie in den erwähnten Ballen „zu Millionen vereinigt"; nach Haeckel „ist es niemals möglich (wenigstens bei den Kalkschwämmen) das Sperma in irgend beträchtlicher Menge nachzuweisen."[1] Nach

[1] Über die sexuelle Fortpflanzung der Schwämme. Jen. Zeit. f. M. u. Nat. 1871, S. 641.

[2] Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Arch. f. mikr. An. 1872, S. 281.

[3] L. c. S. 289—292.

[4] Kalkschwämme I, S. 151. II, Taf. f. 7, 9, 11, 25, 48.

Eimer lassen sich die Zoospermien von den Kragenzellen u. A. dadurch unterscheiden, dass die Bewegungen einer Kragenzellengeissel und eines Spermatozoenschwänzchens verschiedenartig sind; nach Haeckel „ist die Verwechslung beider um so leichter, als die Form der Bewegung des schwingenden Protoplasmafadens keine wesentlichen Unterschiede darbietet.[2]" Übereinstimmend lautete nur die Angabe, dass der Nachweis der vermuthlichen Spermatozoen nur mit Hilfe sehr starker Vergrösserungen möglich und überhaupt ausserordentlich schwierig sei; — kein besonderer Trost für die Forscher, denen nun die Aufgabe zufiel, wenn nicht Haeckel's und Eimer's Untersuchungen zum Ausgleiche zu bringen, so doch wenigstens die Kalkschwamm-Spermatozoen wiederum aufzufinden.

Carter[3] war der erste, der dies unternahm. Doch obwohl ihm *Sycandra compressa* H. in beliebiger Menge, und zwar während ihrer Fortpflanzungsperiode, zu Gebote stand, gelang es ihm nur ein einziges Mal, Gebilde nachzuweisen, die, wenn auch keine auffallende, so doch eine gewisse Ähnlichkeit mit Samenkörpern boten. Sie waren allerdings unbeweglich und, wie Carter meint, im todten Zustande. Die Körper wurden ausgemessen und abgezeichnet.

Nun fragt es sich, ob sie wirklich Spermatozoen waren. Auf so gestellte Frage will der Verfasser selbst keine kategorisch-bejahende Antwort geben; ist er aber im betreffenden Aufsatze geneigt, die Gebilde doch für Spermatozoen zu halten, so erklärt er einige Monate darauf, dass er überhaupt nicht mit Sicherheit sagen könne, ob er jemals Samenkörper von irgend einem Schwamme beobachtet hätte;[4] und in Betreff unserer *Sycandra* gewiss mit ganz gutem Rechte. Sieht man nämlich die entsprechende Abbildung (l. c. Pl. X, Fig. 21—23) an, betrachtet man diese mathematisch geraden Gebilde genauer, so kommt man leicht zur Vermuthung, ob diese so geometrisch aussehenden

[1] Über die sexuelle Fortpflanzung u. s. w. S. 645.

[2] Ebendaselbst. S. 644.

[3] On the presence of Spermatozoa in the Spongida. Ann. of nat. hist. Ser. IV, Vol. XIV, S. 105.

[4] Ebendaselbst. Vol. XVI, S. 26.

Körper nicht etwa embryonale Einstrahler wären; und die Vermuthung verwandelt sich beinahe in Gewissheit, wenn man sie bezüglich ihrer Form und Umrisse mit den Einstrahlern vergleicht, welche Haeckel für *Sycandra compressa* zeichnet;[1] — eine Annahme, die dem Umstande, dass die Körper „still and dead" waren, eine durchaus befriedigende Erklärung gibt. War dem so oder nicht, die Gebilde erscheinen nichts weniger als überzeugend.

In demselben Jahre 1874 veröffentlicht Metchnikoff[2] seine an *Sycandra raphanus* angestellte entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Über Spermatozoen wird völliges Schweigen beobachtet; ebenso in der im folgenden Jahre erschienenen *Sycandra*-Arbeit von F. E. Schulze[3]. Inzwischen untersucht O. Schmidt[4] *Sycandra raphanus*, *Sycandra glabra* und *Ascetta clathrus* auch einige Kieselschwämme. Im betreffenden Aufsatze nennt der Verfasser die Spongieneizelle Fortpflanzungszelle und fügt hinzu, dass er über die geschlechtliche Fortpflanzung der Schwämme wieder ganz schwankend geworden sei.[5]

Noch ein Jahr später erscheint die Spongien-Arbeit von Barrois. Barrois theilt mit, dass er zwar nach Kalkschwamm-Spermatozoen gesucht habe, dieselben aber nicht habe auffinden können: „Il m'a été impossible d'observer des spermatozoides d' Eponges calcaires."[6]

Glücklicher war Keller. In seinem ebenfalls im Jahre 1876 erschienenen „Beitrage zur Lösung der Spongienfrage" berichtet er, dass er „trotz allem Nachsuchen allerdings nur eine", aber, wie er meint, „sichere" Beobachtung über das Vorkommen von Sperma bei Kalkschwämmen gemacht habe. Der Passus lautet: „Beim Zerfasern des Gewebes am lebenden Schwamme (*Leucandra aspera* H.) befreite ich die im Exoderm gelegenen Eier. An einem völlig reifen Eie fielen mir vier fadenartige Gebilde auf, welche an verschiedenen Stellen der kugeligen Oberfläche anhaf-

---

[1] Kalkschwämme II. Taf. 55, Fig. 2 sp.

[2] Zeit. f. Wiss. Zool. Bd. XXIV, S. 1.

[3] Ebendaselbst. Bd. XXV. Suppl. S. 247.

[4] Zur Orientirung über d. Entwicklung d. Schwämme. Ebd. S. 127.

[5] L. c. S. 134.

[6] Embryologie de quelques Eponges de la Manche. Ann. des Sciences natur. Zool. VI. Ser. 1876, S. 16.

teten. Obschon ich den Eindruck hatte, es möchten dies die Schwänze der Spermatozoen sein, so war doch die Möglichkeit vorhanden, dass sich etwa abgerissene Geisseln von Entodermzellen an die Eifläche anhefteten. Dieser Zweifel blieb indessen ausgeschlossen, denn einmal waren sie doppelt so dick und sodann mochte ich das Ei auf dem Objectträger in frischem Seewasser noch so oft hin und her rollen, so blieben die fraglichen Gebilde in derselben Lage fest an dem Eie haften." „Es waren dies", schliesst Keller die Beschreibung des Vorganges. „Zoospermien, die bereits mit ihrem Kopfende in's Ei eingedrungen waren. Letzteres liess sich trotz Immersion X von Hartnack nicht erkennen, da die zahlreichen Körnchen, die den plasmatischen Zellkörper bis an den Rand erfüllten, störend entgegentraten."[1]

Ich gebe Keller gerne zu, dass die „fraglichen Gebilde" nicht Geissel von Entodermzellen waren, habe aber absolut keine Gründe, ihren fraglichen Charakter dadurch für aufgeklärt zu betrachten. Übrigens ist es nicht ohne Interesse, dass diese vermuthlichen Spermatozoen sich im Vergleiche mit Kragenzellencilien „doppelt so dick"[2] zeigten, da damit der einzige Punkt, worüber Eimer's und Haeckel's Beobachtungen übereinstimmen, in Abrede gestellt wird.

Von grösserem wissenschaftlichen Interesse ist die Beobachtung von Vosmaer.[3] Der genannte Forscher hat bei *Leucandra aspera* H. im Bindegewebe Zellenhaufen gefunden, die, wie er wohl mit Recht (vergl. seine Abbild. l. c. Taf. I, Fig. 15) berichtet, den von F. E. Schulze in Halisarca entdeckten und im entsprechenden Artikel[4] abgebildeten Spermaballen ungemein ähnlich aussehen. Hätte nun Vosmaer auch wenigstens einige Entwicklungsstadien dieser Zellenhaufen aufgefunden, so wäre die

[1] Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Spongien. Basel 1876, S. 21.

[2] Also schon bei 150—200facher Vergrösserung ganz gut wahrnehmbar.

[3] Über *Leucandra aspera* H. Separat-Abdruck aus Tijdschr. d. Ned. Dierk. Vereen. Bd. V.

[4] Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Gattung *Halisarca*. Zeit. f. Wiss. Zool. Band XXVIII Taf. III.

Frage ohne Weiteres für endlich gelöst zu halten. Das war aber nicht der Fall, und so, wie die Sache steht, ist die Möglichkeit, dass die betreffenden Zellenhaufen mit Spermaballen nichts zu thun haben, keineswegs ausgeschlossen. Ich habe keine Gründe anzunehmen, dass Vosmaer etwa Entodermzellen mit darüber oder darunter liegendem Eie für einen compacten Zellenhaufen gehalten hat; ich muss aber hervorheben, dass *Leucandra aspera* wie *Sycandra* das Amphiblastula-Stadium durchläuft, und dass Schnitte, welche Larven in gewisser Richtung durchschneiden, Bilder geben, welche denen der Spermaballen von *Halisarca lobularis*, wie auch der von Vosmaer abgebildeten „muthmasslichen" Spermatozoen-Klumpen durchaus ähnlich sind. Zum Vergleiche stelle ich solche Bilder dar (Vergl. Fig. 1 *Am'*) und will noch zum Schlusse hinzufügen, dass die auffallende Ähnlichkeit beiderlei Gebilde von mir vielleicht am besten bestätigt werden kann, da ich vor einigen Monaten solcher Verwechslung wegen mehrere Tage nach früheren oder späteren Phasen der Entwicklung solcher Zellenhaufen umsonst gesucht hatte.

Eine andere Möglichkeit. Wie Vosmaer mittheilt,[1] hat er sich bei seiner Arbeit oft des Holzessigs als Entkalkungsmittels bedient. Nach meiner Erfahrung an *Sycandra raphanus* wirkt dieses Reagens auf Embryonen gerade so, dass man statt einer aus zwei verschiedenen und verschiedenartig gelagerten Zellenarten bestehender Larve einen Haufen von ganz gleich aussehenden Zellen bekommt, was nun ganz gut mit Vosmaer's Angabe[2] stimmen könnte, dass er in den Exemplaren von *Leucandra*, die ihm zur Verfügung standen, keine Larven, wohl aber Eier und deren Furchungsstadien gefunden hat. Dies sind freilich nur Vermuthungen; doch will ich betonen, dass man ja in solchen Fällen nicht skeptisch genug sein kann.

So stand die Frage, als ich, durch die eben erwähnte Verwechslung veranlasst, den Entschluss gefasst hatte, bei der ersten Gelegenheit irgend einen Kalkschwamm auf seine Fortpflanzungsverhältnisse eingehend zu prüfen. Am passendsten schien es mir, die Untersuchung gerade an *Sycandra raphanus*, als einem so oft,

[1] L. c. S. 147.
[2] L. c. S. 155.

und was die Spermatozoen-Frage betrifft, bisher vergeblich untersuchten Thiere anzustellen.

Da die Asconen und Leuconen noch überhaupt sehr wenig der Untersuchung unterworfen worden sind, so ist es klar, dass, würde man einmal bei diesem Schwamme das Sperma nachgewiesen haben, dadurch das Dunkel der sexuellen Verhältnisse der ganzen Gruppe der Kalkschwämme gelichtet wäre.

Die Gelegenheit dazu liess nicht lange auf sich warten. Dank der Gefälligkeit des Herrn Professors F. E. Schulze, dem ich überhaupt so viel zu verdanken habe, stand mir für den heurigen Herbst ein Arbeitsplatz in der k. k. zoologischen Station in Triest zu Gebote. Das freundliche Entgegenkommen des Stationsinspectors Herrn Dr. Graeffe, und seine Bemühungen, es den in der Station arbeitenden Zoologen nie an Materiale fehlen zu lassen, sind wohl Jedem bekannt, der sich einmal in der Station aufgehalten hat. Wie so viele Andere, bin auch ich dafür Herrn Dr. Graeffe zur grössten Erkenntlichkeit verbunden. Gelangte nun unter solchen Bedingungen meine Arbeit schon in Triest zu einem bestimmten Resultate, so hat das Wichtigste, der Nachweis reifer, beweglicher Spermatozoen erst nach meiner Rückkehr in Graz stattgefunden, was mir die erwünschte Möglichkeit gibt, auf das Zeugniss des Herrn Prof. F. E. Schulze darüber mich berufen zu können.

Durch Herrn Dr. Graeffe darauf aufmerksam gemacht, dass es im Triester Hafen zwei Varietäten von *Sycandra raphanus* gibt, die sich durch Grösse und Fundort unterscheiden lassen, und zwar so, dass die an Algen sitzenden *Sycandra*-Personen ganz klein, ja winzig sind, und winzig das ganze Jahr durch bleiben, die an Pfählen vorkommenden dagegen sich durch weit bedeutendere Grösse auszeichnen, freilich zum Winter hin an Grösse wie an Zahl abnehmen, unterwarf ich gleich die mir unbekannte kleine Varietät der mikroskopischen Untersuchung, in Vermuthung, dass man vielleicht bei *Sycandra raphanus* geschlechtlichen Dimorphismus finden dürfte. Zwar hat sich diese Vermuthung als falsch erwiesen, doch halte ich die Thatsache an und für sich für interessant genug, um mitgetheilt zu werden, als

einen Fall der Anpassung in ihrer einfachsten und ganz begreiflichen Form. Es leuchtet eben ein, dass eine grosse Pfähle-*Sycandra* allzu schwer und umfangreich wäre für einen feinen und biegsamen Algenzweig.

Ich wandte mich nun zu der für die Manipulationen viel bequemeren, grösseren Varietät. Den Angaben von Haeckel und Eimer folgend, versuchte ich ganz feine Schnitte vom lebenden Thiere zu machen, um starke Vergrösserungen anwenden zu können. Doch trotz der ausgezeichneten Ölimmersionslinse ($^1/_{14}$) von R. Winkel war Alles, was ich ausser Eiern, Larven und übrigen Attributen eines *Sycandra*-Schnittes wahrnehmen konnte, nur ungemein kleine, stark lichtbrechende, in Bewegung begriffene Körperchen, deren Spermatozoen-Natur ich allerdings ahnte, bei keinem aber von diesen Gebilden etwas einem Schwänzchen Ähnliches zu unterscheiden im Stande war. Nur erst als ich statt die Thiere in lebendem Zustande zu beobachten, sie der Erhärtung in ganz schwacher (0,01%—0,05%) Osmium-Säure und dann Färbung mit Alaun-Carmin unterwarf, gelang es mir, einen Schritt vorwärts zu thun. Dazu war ich glücklich genug, diese Körperchen schon auf den ersten Schnitten in ganz beträchtlicher Menge aufzufinden. Das begierige Aufnehmen des Farbstoffes, was sie besonders auszeichnete, ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und endlich auffallende Ähnlichkeit im Aussehen mit dem Sperma anderer Schwämme erlaubten mir die Gebilde — obwohl von den Schwänzchen, wie früher, keine Rede sein konnte — doch nur als Spermatozoen zu deuten. Mitunter fand ich sie frei im Innern der Radialtuben und Intercanäle liegen, mitunter aber in mit Epithel bekleideten Hohlräumen von rundlicher und ovaler Form. (Vergl. Fig. 1 *sp.*) Zwar hatte ich ganz gute Gründe, die Körperchen für Spermatozoen zu halten, doch war es klar — da ich, um mehr Mesoderm zur Ansicht zu bringen, ganz schräge Schnitte machte — dass diese Hohlräume wohl auf quer getroffene Intercanäle, nicht aber auf Spermakapseln zurückzuführen waren. Und wirklich, bei der Anwendung stärkerer Vergrösserungen bemerkte ich an einigen solcher Schnitte — freilich nur sehr spärlich — Gebilde, die ich als junge Spermaklumpen zu betrachten bessere Gründe hatte. Es waren Zellen von der Grösse der gewöhnlichen Wanderzellen, aus welchen die

Eier sich entwickeln, die aber nicht jede je einen Kern, sondern mehrere Kerne in sich zeigten. (Vergl. Fig. 1 *sk*.)

Ein Endothel war nicht wahrzunehmen. Der Umstand, dass sie so spärlich, im Gegensatz zu einer Menge von Embryonen in verschiedensten Stufen der Entwicklung, vertreten waren, stimmte ganz gut mit der bei den Spongien ziemlich oft beobachteten Erscheinung, dass, wenn auch der Schwamm hermaphroditisch ist, doch in einem einzelnen Individuum entweder die männlichen oder die weiblichen Geschlechtsproducte die Oberhand haben; eine Erscheinung, welche, als erste Andeutung der Trennung der Geschlechter, besondere Aufmerksamkeit verdient.

Es fiel mir demgemäss die Aufgabe zu, *Sycandra*-Personen zu finden, die prädominirend männliche Tendenz zeigten. Solche Personen erwiesen sich jedoch als ausserordentlich selten, und Hunderte von Weibchen habe ich untersuchen müssen, bis es mir gelang, auch einmal ein Männchen zu finden. Dafür waren hier, wie es zu erwarten war, im Gegensatz zu den verhältnissmässig spärlich vertretenen Eiern, die Spermaklumpen so zahlreich, dass man unter Umständen an einem Schnitte deren ganze Entwicklungsgeschichte verfolgen konnte. (Vergl. Fig. 2.)

Zur Schilderung dieser Entwicklung gehe ich jetzt über, muss aber ausdrücklich hervorheben, dass meine Schilderung, da ich nicht unmittelbar die Phasen der Entwicklung in ihrem progressiven Gange beobachtet habe, sich nur auf das Resultat des Vergleiches zahlreicher Präparate stützt. Schildere ich nun den Process so und nicht anders, so wird damit gesagt, dass ich nur bei solcher Auffassung Alles in Zusammenhang zu bringen und jedes einzelne Bild zu erklären vermag.

Als Zellen, welchen die Spermaklumpen ihren Ursprung verdanken, nehme ich gewöhnliche amöboide Mesodermzellen — Wanderzellen — an, die andererseits auch Eiern Ursprung geben, deren Durchmesser 0·008—0·02 Mm. erreicht[1] und deren helle,

[1] Nach F. E. Schulze (Zeit. f. w. Zool. XXV. Suppl. S. 253) nur 0·008—0·01 Mm. Diese Angabe ist jedoch, da sie sich auf den Vergleich der Wanderzellen mit den Eiern stützt, nur als annähernd zu betrachten. Es ist eben unmöglich, in jedem einzelnen Falle mit Bestimmtheit zu sagen, ob man mit Wanderzellen oder schon mit jungen Eizellen zu thun hat. Die

bläschenförmige Kerne sich durch verhältnissmässige Grösse, wie auch durch stark lichtbrechende Kernkörperchen auszeichnen. Dies nehme ich an, weil ich neben solchen neutralen Wanderzellen auch zweikernige Zellen finde, die weder durch ihre Grösse, noch durch die Beschaffenheit ihrer Kerne — abgesehen davon, dass die durch Theilung entstandenen Kerne relativ kleiner sind — sich von den Wanderzellen unterscheiden lassen. (Fig. 3*a*, *b*.)

Wie directe Beobachtung lehrt, sind die Kerne unserer zweikernigen Zelle ungleich, der eine ist etwas grösser als der andere; nach der Theilung lagern sie sich peripherisch und zwar an entgegengesetzten Polen der Zelle. Ob nun diese letztere wirklich als zweikernig zu betrachten ist, oder ob sie sich schon jetzt in zwei Zellen differenzirt, kann ich nicht angeben, muss aber annehmen, dass jedenfalls im Protoplasma einer solchen Zelle zwei Theile zu unterscheiden sind, und zwar so, dass einer der Kerne die peripherische Schicht des Protoplasmas für sich in Anspruch nimmt, der centrale Theil dagegen als dem zweiten Kerne angehörig betrachtet werden muss; der Kürze halber werde ich schon von jetzt an von einer Deckzelle und einer Ursamenzelle sprechen.

Die Gründe zu dieser Benennung sind folgende:

Indem der Ursamenzellenkern, d. h. der Kern, dessen Protoplasma centrale Lage hat, sich wiederholt theilt, um schliesslich den Köpfchen der Spermatozoen Ursprung zu geben, theilt sich die Deckzelle nicht, umschliesst aber mit ihrem Protoplasma, in der Art einer Kapsel, die Theilungsproducte der Ursamenzelle mit ganz dünner Schicht. Man trifft nämlich an Schnitten (ebenso von erhärteten, wie von lebenden Thieren) einerseits Bilder, die leere oder nur halb entleerte Kapseln mit structurloser Wandung darstellen; ist nun in solcher Kapsel, die ich als modificirte Zelle auffasse, der Kern schon nicht mehr zu erkennen (ich habe ihn wenigstens in solchen Fällen immer vermisst), so trifft man anderseits auch jüngere Stadien, wo in jedem Spermaklumpen zweierlei kernige Elemente wahrzunehmen sind, und zwar mehrere kleine

Spermaklumpen dagegen können, da sie sich beim Reifen nicht vergrössern, als ganz genauer Massstab dienen.

Kerne im Innern der Kapsel und ein grosser peripherisch liegender Kern, der wie ein heller Hof sein stark lichtbrechendes Kernkörperchen umgibt. (Vergl. Fig. 3 *g*, *e*). Ist nun gleich in solchen Stadien der Unterschied im Aussehen zwischen dem Deckzellenkerne und den Theilungsproducten des Ursamenzellenkernes, die sich homogen zeigen, sehr stark ausgeprägt, so ist die Erscheinung doch auf optische Täuschung zurückzuführen. Eine Veränderung der Substanz des Ursamenzellenkernes bei seiner Theilung, wie es z. B. Korotneff für *Hydra* angibt, findet bei *Sycandra raphanus* nicht statt. Trifft man ein ganz junges Stadium, wo im Innern der Kapsel nur wenige Kerne vorhanden sind, so wird man in diesen Kernen dieselben Bestandtheile wie im Deckzellenkerne, d. h. stark lichtbrechendes Kernkörperchen und hellere Kernsubstanz um das Kernkörperchen herum ganz gut unterscheiden können. (Vergl. Fig. 3 *c*.) Scheint dies für weit vorgerücktere Stadien nicht mehr der Fall zu sein, so lässt sich die Sache mit der ausserordentlichen Kleinheit der Elemente durchaus befriedigend erklären.

Die Producte der Theilung des Ursamenzellenkernes behalten die peripherische Lage ihres Erzeugers bei, nehmen aber bei ihrer Vermehrung immer grösseren Raum in Anspruch. Eine der Theilung der Kerne entsprechende Theilung der centralen Protoplasmamasse ist nicht wahrzunehmen. Als Endproduct der geschilderten Entwicklung ist eine Kapsel entstanden, die schon keinen Kern mehr erkennen lässt und deren Inhalt aus einer Menge von ungemein kleinen, stark lichtbrechenden Körperchen mit zugehörigem, ganz hellem und durchsichtigem Protoplasma besteht. Die Körperchen verwandeln sich in die Kopfenden der Spermatozoen, während an jedem Körperchen sich ein entsprechender Theil von der gemeinsamen Protoplasmamasse zu seinem Schwänzchen ausbildet. Den Grund zu dieser Annahme finde ich im Vergleiche des Lichtbrechungsvermögens der Spermatozoen-Kopfenden und der eben erwähnten Körperchen einerseits, der Spermatozoenschwänzchen und des Protoplasmas der Ursamenzelle andererseits.

Das weitere Schicksal der Kapsel ist mir unbekannt. Eine Volumzunahme des Spermaklumpens bei seiner Entwicklung

findet nicht statt, ebenso wenig die Bildung eines Endothellagers an der Innenseite der entsprechenden Mesodermhöhle.

Ich komme jetzt zur Beschreibung der Sycandra-Spermatozoen. Sie an Schnitten von lebenden Thieren aufzufinden, ist nicht schwer. Als Leiter kann das starke Lichtbrechungsvermögen ihrer Kopfenden, sowie das Vorkommen hie und da im Gewebe zerstreuter Kapseln dienen. Sie in allen ihren Theilen sicher nachzuweisen, ist jedoch schwieriger. Ist ein Spermatozoon in Bewegung begriffen, so sieht man zwar das Kopfende schon bei 500-, ja 400facher Vergrösserung ganz deutlich; das Schwänzchen dagegen ist seines schwachen Lichtbrechungsvermögens und seiner Feinheit halber auch bei stärkeren Vergrösserungen nicht wahrzunehmen.

Ein geeignetes Mittel, es zur Anschauung zu bringen, besteht darin, dass man die spermareiche Flüssigkeit durch Entfernung der Schnitttheile auf dem Objectträger isolirt und den Tod der Spermatozoen abwartet. Bei dessen Annäherung wird die schlagende Bewegung der Spermatozoen langsamer und langsamer. Hat man früher nur hin- und hergeschleuderte, stark lichtbrechende Pünktchen beobachten können, so nimmt man jetzt ganz deutlich wahr, dass jedes Pünktchen in einen ungemein feinen Faden sich auszieht, und dass sein Vorrücken von schlagenden Bewegungen dieses letzteren abhängt. Dem eben Gesagten entsprechend, zeigt sich das Schwänzchen nach dem Eintreten des Todes nicht gerade, sondern schlangenartig gekrümmt. Die Form des Kopfes ist kugelig. Der Kopf geht ins Schwänzchen über, ohne einen Hals zu zeigen, und des Unterschiedes im Lichtbrechungsvermögen wegen erweisen sich die beiden Theile eines Spermatozoons als sehr scharf abgegrenzt. Eine Differenzirung im Kopfende selbst habe ich nicht auffinden können; doch schreibe ich dies, wie schon früher hervorgehoben wurde, der Winzigkeit des Objectes zu. Der Angabe Eimer's [1] hinsichtlich ausserordentlicher Länge der Spermatozoenschwänzchen (0·15 mm) stimme ich nicht bei. Ich habe sie nur bis zu 0·03 Mm. verfolgen können. (Vergl. Fig. 4.)

---

[1] Arch. f. mikr. Anat. 1872, S. 290.

Indem ich den Vergleich der Spermatogenese bei *Sycandra raphanus* und überhaupt bei den Schwämmen mit diesem Processe bei höheren Thieren bis zu einer anderen Gelegenheit aufschiebe, will ich schliesslich die Ergebnisse meiner Untersuchung nur insofern besprechen, als sie den uns vorliegenden Angaben über die Bildung der Samenkörper bei anderen Schwämmen gleichzustellen sind. — Demgemäss habe ich die Angaben Haeckel's für Kalkschwämme, Lieberkühn's und Ganin's für Spongilla und F. E. Schulze's für Halisarca zu berücksichtigen.

Als Spermamutterzelle betrachtet Haeckel die gewöhnliche Kragenzelle. Durch wiederholte Theilung zerfällt solche Kragenzelle, nachdem sie ihre Geissel eingezogen hat, in („wie es scheint, wenigstens acht") viel kleinere Tochterzellen, die sich später unmittelbar in Spermatozoen umwandeln.

Diesen Angaben stehen die Ergebnisse meiner Untersuchung so schroff gegenüber, dass mir kein Ausgleich ermöglicht erscheint. Will ich unter solchen Umständen auf jeglichen Vergleich verzichten, so habe ich zu betonen, dass Haeckel selbst „ausdrücklich" hervorhebt, dass, insoweit seine Untersuchungen die Ontogenie der Spermazelle betreffen, er sie keineswegs für vollgiltig und abgeschlossen hält: „Wie überhaupt die ganze Frage von den sexuellen Verhältnissen der Schwämme nach erneuter und sorgfältiger Untersuchung bedarf, so gilt dies ganz besonders von der Frage nach der ursprünglichen Lagerung und Entstehung der Eier sowohl, als der Spermatozoen." [1]

Die Entwicklung der Spermatozoen bei Spongilla scheint, wie aus sich gegenseitig ergänzenden Angaben von Lieberkühn [2] und Ganin [3] zu schliessen ist, mit der durch F. E. Schulze [4] bekannt gewordenen Entwicklungsgeschichte der Samenkörper bei *Halisarca lobularis* vollständig übereinzustimmen. Dieser Modus der Entwicklung — allerdings nur nach einzelnen Entwicklungsphasen zu urtheilen — kommt auch noch F. E.

---

[1] Kalkschwämme I. S. 150.

[2] Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856. S. 500, Taf. XVIII.

[3] Beiträge etc. S. 14. Taf. VII.

[4] Zeit. f. wiss. Zool. Bd. XXVIII. S. 24.

Schulze bei *Halisarca Dujardini*,[1] bei *Aplysilla*,[2] bei *Spongelia*,[3] bei *Hircinia*,[4] bei *Plakina*,[5] bei *Corticium candelabrum*,[6] und bei *Euplectella*;[7] nach Keller[8] bei *Chalinula*, nach Sollas[9] bei *Thenea* vor; und es ist mehr als wahrscheinlich, dass dieser Modus der Samenbildung für alle Horn- und Kieselschwämme, die Chondrosiden und Halisarcinen inbegriffen, typisch ist. Er lässt sich folgendermassen beschreiben: Eine neutrale Wanderzelle theilt sich wiederholt und lässt schliesslich einen Haufen von Zellen entstehen, deren Bestandtheile sämmtlich in je eine Samenzelle, beziehungsweise Spermatozoon sich umwandeln. Hand in Hand mit der Vermehrung der Zellen nimmt der Spermaballen an Grösse zu und bekommt als Hülle eine Epithelschichtlage, welcher die spindel- und sternförmige Mesodermzellen den Ursprung geben.

Wir haben also für *Sycandra raphanus* folgende Unterschiede zu constatiren:

Bei der Theilung des Kernes der Ursamenzelle findet keine entsprechende Theilung des zugehörigen Protoplasmas statt.

Die Volumzunahme eines Spermaklumpens bei der Vermehrung seiner Bestandtheile ist nicht wahrzunehmen.

Eine Endothelschichtlage fehlt vollständig.

Dafür bildet sich um die Ursamenzelle eine Hülle, die als eine modificirte Zelle aufzufassen ist und durch eine Theilung der Wanderzelle in zwei ungleiche Hälften entsteht; die eine Hälfte wird zur Deckzelle, die andere zur Ursamenzelle.

---

[1] Zeit. f. wiss. Zool. Bd. XXVIII. S. 43.

[2] Ebend. Bd. XXX, S. 412.

[3] Ebend. Bd. XXXII, S. 145.

[4] Ebend. Bd. XXXIII, S. 27.

[5] Ebend. Bd. XXXIV, S. 414.

[6] Ebend. Bd. XXXV, S. 427.

[7] On the structure and arrangement of the soft parts in *Euplectella aspergillum*. S. 11.

[8] Zeit. f. wiss. Zool. Bd. XXXIII, S. 330,

[9] Ann. and Mag. of nat. hist. Ser. 5, 1882, S. 449. Über das Endothel ist bei Sollas freilich so viel wie gar nichts zu finden, da aber die Endothelzellen unter Umständen sehr schwer nachzuweisen sind, und bei der *Thenea* so nahe stehenden Form wie *Tethya* die Endothelschichtlage ganz sicher vorkommt, so ist anzunehmen, dass hier ein Übersehen vorliegt.

Wir werden gleich sehen, dass, obwohl die beiden Arten der Entwicklung sich nicht auf denselben Typus zurückführen lassen, die Unterschiede nicht von besonderer Wichtigkeit und leicht zu erklären sind.

Ihren physiologischen Leistungen gemäss stelle ich nun die vielkernige Ursamenzelle von *Sycandra raphanus* dem Spermaballen von *Halisarca*, das Endothel von *Halisarca* der Deckzelle von *Sycandra* gleich.

Ein principieller Unterschied zwischen einer vielkernigen Ursamenzelle und einem Haufen von Zellen, die durch vollständige Zelltheilung entstanden sind, während in ersterem Falle die Theilung nur auf den Kern sich beschränkt, ist hoffentlich nicht anzunehmen. Ich weiss wohl, dass sogar das Vorkommen vielkerniger Zellen bei der Spermatogenese von einigen Beobachtern in Abrede gestellt wird, und gewiss sind solche seltener zu finden, als man früher geglaubt hat. Hat nun einer der besten Kenner der Frage, De la Vallete St. George, in seiner ersten Mittheilung über die Genese der Samenkörper[1], der Bildung der getrennten Zellen die Entstehung der vielkernigen gleichgestellt und zwar, wie aus seiner dritten Mittheilung[2] hervorgeht, nicht nur für Wirbelthiere, sondern auch für andere Thiergruppen, so spricht er später, die Spermatogenese bei den Amphibien[3] und den Plagiostomen[4] schildernd, nur von einer wirklichen Zelltheilung ausschliesslich; bleibt er ferner in seiner Abhandlung „Über die Spermatogenese bei den Säugethieren und dem Menschen[5]" seiner früheren Anschauung treu, so zeigt wiederum die jüngst erschienene Arbeit von Renson,[6] dass man auch bei den Säugethieren nur mit der wirklichen Zelltheilung zu thun hat. Es wird jedoch damit nicht gesagt, dass solche Fälle gar nicht vorkommen. „Obwohl ich", sagt De la Valette St. George, in seiner eben erwähnten dritten

[1] Arch. f. mikr. An. Bd. I, 1865, S. 404.

[2] Ebend. Bd. X.

[3] Ebend. Bd. XII.

[4] De Spermatosomatum Evolutione in Plagiostomis. Bonnae. Formis Caroli Georgi Univ. Typogr.

[5] Archiv f. mikr. An. 1878.

[6] Van Beneden's Arch. de Biologie 1882. Tome III. Fascicule II, pag. 305.

Mittheilung (S. 6 des Separatabdruckes), „die Vermuthung von Bütschli[1], der die vielkernigen Ursamenzellen für Kunstproducte ansehen will, bekämpfend, durchaus nicht in Abrede stellen will, dass unter gewissen Verhältnissen das Protoplasma neben einander liegenden Zellen verschmelzen kann, so muss es doch auffallend erscheinen, dass solche mehrkernige Zellen, wie ich sie auf Fig. 12, 33, 34, 61 wiedergegeben habe, stets eine gleiche Entwicklungsphase derjenigen Theile zeigen, welche zur Bildung der Samenkörper erforderlich sind. So entspricht die Zahl der Kerne stets der Anzahl der Protoplasmakörper und Schwanzfäden, was schwerlich der Fall sein würde, wenn durch mechanische oder andere Einwirkungen die auf dem Objectträger regellos zerstreuten, in verschiedenen Entwicklungsstadien sich befindenden Samenzellen untereinander zu verkleben geneigt wären;" — und gewiss, die De la Valette'sche Erklärung, dass man in solchen Fällen „mit Protoplasmakörper zu thun hat, bei denen im raschen Fortschritt der Entwicklung die Differenzirung ihres Inhaltes der Abgrenzung nach aussen vorangeeilt ist", wird Jedem ebenso befriedigend erscheinen, als unbegründet die Annahme, dass dadurch das Gesetz der Entstehung der Samenkörper aus je einer Zelle alterirt würde.

Anders steht es mit den übrigen Differenzen. Diese Differenzen lassen sich alle drei zusammen besprechen.

Die Endothelschichtlage der Geschlechtsproducte ist für die Schwämme in hohem Grade characteristisch; es fragt sich, was für eine Bedeutung diesem Endothel zuzuschreiben ist. Es liegt wohl auf der Hand, dass seine Entstehung mit der Volumzunahme eines Spermaballens, resp. eines Eies bei seiner Furchung, im Zusammenhange steht; wird man aber sie dadurch zu erklären versuchen, dass die Geschlechtsproducte bei ihrer Volumzunahme mechanischen Druck auf die herumliegenden Mesodermzellen ausüben, so wird man eine derartige Auseinandersetzung — und zwar mit Recht — für kaum befriedigend erklären dürfen.

Die spindel- und sternförmigen Mesodermzellen besitzen die Fähigkeit, nicht nur ihre Form, sondern auch ihre Lage zu ändern;[2]

---

[1] Zeit. f. Wiss. Zool. XXI, S. 409.

[2] Vergl. F. E. Schulze, Zeit. f. Wiss. Zool. Bd Bd. XXVIII, S. 16'

— warum sollten sie nicht bei Druck davonkriechen, statt da zu bleiben, um Endothelbestandtheile zu bilden? Wird man aber an Urformen der Schwämme zurückdenken und hinsichtlich dieser die Vermuthung aussprechen, dass es bei einigen Urschwämmen gleichzeitig durch Druck der wachsenden Larven, beziehungsw. Spermaballen, und durch irgend welche das Davonkriechen der Mesodermzellen verhindernde Einflüsse solche Endothelhüllen, einmal entstanden, für das Gedeihen der Geschlechtsproducte bei ihrer Entwicklung sich als nützlich gezeigt hätten — dann wird man hoffentlich nichts dagegen einzuwenden haben, dass die betreffenden Mesodermzellen durch Vererbung Neigung erhalten konnten, bei gewissem Drucke nur ihre Form, nicht aber ihre Lage zu ändern. Und es ist nicht schwer zu beweisen, dass aus solchen Zellen bestehendes Endothel wirklich von Nutzen ist.

In einigen Fällen, wie z. B. bei den Spongiden, wo die grossen, körnigen Endothelzellen ganz offenbar nutritive Function leisten, braucht dies kaum bewiesen zu werden; sonst würden wir nicht im Stande sein, die ausserordentlich starke Volumzunahme der Spongidenlarven bei ihrer Ausbildung verständlich zu machen. Ist in anderen Fällen, wo die Endothelzellen platt sind und ihr Protoplasma arm an Körnchen, die Antwort auf die Frage, wozu sie da sind, nicht so leicht, der Umstand schon, dass sie bei allen bis jetzt genauer untersuchten Schwämmen — mit Ausnahme der Kalkschwämme, beziehungsw. *Sycandra raphanus*, insofern es ihre Spermaklumpen anbelangt — ein beständiges Attribut der Geschlechtsproducte bilden, zeigt am klarsten, dass sie irgend welche wichtige Function doch haben müssen.

Man wird mir vielleicht einwenden, dass die Volumzunahme allein nicht Alles erklären kann, da man bei einigen Schwämmen, z. B. gerade bei *Sycandra raphanus* sehr oft Eier trifft, die voluminöser sind, als manche Larven von demselben Thiere, und doch kein Endothel besitzen. Der Einwurf ist leicht zu widerlegen und zwar durch die Thatsache, dass die *Sycandra*-Eier kriechende, zur Veränderung ihrer Form und Lage befähigte Zellen sind; sie haben nicht Kraft genug, um empfindlichen Druck auf Mesodermzellen ausüben zu können, und können daher nicht eine Endothelbildung hervorrufen, — dazu ist ihre Substanz zu

weich, zu nachgiebig. — Es ist wohl bekannte Thatsache, dass, je grösser die Eizellen von *Sycandra* sind, sie um so näher bei einem Canale liegen. Bei ihrem Kriechen also verfolgen sie gleichsam ein bestimmtes Ziel. — Es leuchtet ein, dass unter solchen Bedingungen ein vorzeitig entstandenes Endothel nicht nur nutzlos, sondern sogar nachtheilig, weil hindernd sein würde. Im Gegentheil, wo die Eier ihre ursprüngliche Form bewahren, wo sie, ohne den Ort zu ändern, an ihrer Entstehungsstelle fortwachsen, um schliesslich in Larven sich umzuwandeln, dort, wie es z. B. Ganin für *Spongilla* angibt,[1] entsteht das Endothel schon sehr früh, wann die Eizelle noch unreif und im Vergleiche mit völlig reifem Eie 5—10mal kleiner ist.

Wir nehmen also an, dass den stern- und spindelförmigen Mesodermzellen die Neigung eigen ist, beim Drucke des an Grösse zunehmenden Eies, resp. Spermaballens sich um das Geschlechtsproduct in der Art einer Hülle umzulagern. Wir setzen ferner voraus, dass solche Hülle für das Geschlechtsproduct nützlich ist.

Nimmt aber das Geschlechtsproduct beim Reifwerden nicht an Volum zu, wie kann dann eine Hülle entstehen?

Bei *Sycandra raphanus* entsteht sie durch Differenzirung der männlichen Wanderzelle in Ursamenzelle und Deckzelle, und diese letztere ist physiologisch der Endothelhülle gleich zu stellen.

Dieser[2] physiologischen Erklärung steht nun die morphologische Hypothese von Ch. S. Minot[3] wenigstens scheinbar schroff gegenüber. An Homologis der Deckzelle des Spermaklumpens unserer *Sycandra* fehlt es bei den übrigen Thiergruppen bekanntlich nicht. Nun homologisirt Minot, das Ei mit der Spermospore vergleichend, die Richtungsbläschen des Eies mit den Spermatoblastzellen, respective Spermatozoen, das Ei selbst mit der Deckzelle. Niemand wird bestreiten, dass diese

[1] Beiträge etc. S. 18.

[2] Die folgenden Bemerkungen wurden nachträglich (eingesendet am 12. December) beigefügt.

[3] Proceedings Boston Soc. Nat. Hist. XIX 1877. S. 165.

Hypothese sehr geistreich ist; Jedermann aber wird wohl zugeben müssen, dass der genannte Forscher schwerlich das Recht hat, den Vorwurf den Fachgenossen zu machen,[1] dass sie seine Theorie nicht genug berücksichtigen. Anders stände es mit der Sache, wenn „die Theorie der Genoblasten“ wirklich eine Theorie im wissenschaftlichen Sinne des Wortes wäre. Mit einer Theorie würde man die Ergebnisse jeder einzelnen, die Frage so oder anders berührenden Untersuchung ohne Weiteres versuchen müssen, in Einklang zu bringen. — Die Theorie der Genoblasten ist einstweilen weder eine Theorie, noch sogar eine Hypothese, — bloss eine, freilich sehr elegante, Speculation. Nicht nur lassen die Argumente des Verfassers wohl eine Discussion zu; nicht nur ist z. B. seine Vermuthung, dass die Bildung der Amphiasteren in engster Beziehung zu dem Vorgange der geschlechtlichen Fortpflanzung stehen soll, allzu kühn und „wenig gesichert,“[2] und sein Schema der wiederholten Abschnürung der Spermatoblastkerne vom Mutterkern keineswegs durchgreifend. — Es gibt Thatsachen von principieller Wichtigkeit, welche mit der Minot'schen Hypothese nicht zu vereinbaren sind. Es sind erstens die Fälle zu constatiren, wo das der Deckzelle entsprechende Gebilde kernlos erscheint — so z. B. bei Lumbricus (Bloomfield).[3] Es sind zweitens die Fälle zu erwähnen, wo von einem im Sinne Minot's dem Eie gleichzustellenden Theile einer Spermospore überhaupt gar keine Rede sein kann, dabei u. A. gerade bei den niedersten Metozoen und, was noch wichtiger ist, nicht nur bei den meisten Schwämmen, über deren Stellung im Systeme man noch nicht einig ist, sondern bei den echten Coelenteraten. Ich berufe mich auf die Untersuchungen von R. und O. Hertwig[4] *(Sagartia)* und A. v. Heider[5] *(Cerianthus)*. Unter den Hydroid-Polypen bereitet wiederum Hydra der Minot'schen Hypothese eine andere Schwierigkeit. Es entwickeln sich nämlich bei diesem

---

[1] Biol. Centralblatt. 1882. S. 365.

[2] Flemming. „Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung.“ Leipzig 1882 S. 296.

[3] Quart. Jour. Micr. Sc. XX. 1880. S. 79.

[4] Die Actinien. Jena. 1879. S. 91. Taf. VII.

[5] Sitzb. d. Wien. Akad. d. Wiss. I. Abth. März-Heft. Jahrg. 1879.

Thiere nach Korotneff's[1] und Bergh's[2] Beobachtungen die Spermatozoen-Kopfenden ganz unabhängig von den Spermatoblastkernen.

So viel darüber, dass die Minot'sche Hypothese vorläufig nur eine Speculation ist, wie geistreich sie auch immer sein mag. Würde übrigens die Hypothese mit der Zeit an Wahrscheinlichkeit gewinnen; würde etwa einmal bewiesen werden, dass die Spermatogenese bei den Actinozoen gerade so vor sich geht, wie bei Hydra, bei dieser letzteren aber die Spermatoblastkerne sich an der Bildung der Spermatozoen-Kopfenden doch betheiligen, wie es z. B. für den Flusskrebs durch Grobben[3] im Gegensatz zu den älteren Angaben Metchnikoff's[4] geschah; würde dadurch die Abwesenheit des Deckzellenkernes bei den Horn- und Kieselschwämmen ohne Schwierigkeiten als secundäre Erscheinung aufzufassen sein, so würde die von mir empfohlene physiologische Erklärung ihre Kraft dadurch keineswegs verlieren. Man würde nur sagen müssen, dass, indem bei einigen Spongien die Deckzelle der Bildung einer Endothelschichtlage wegen physiologisch überflüssig geworden und mit der Zeit verloren gegangen ist, sie bei anderen Schwämmen sich physiologisch als nützlich erwiesen und desshalb bis jetzt vorhanden ist.

Es bleibt mir noch übrig, die sexuellen Verhältnisse unserer *Sycandra* vom allgemeineren Standpunkte zu besprechen. Leider sind meine Beobachtungen für endgiltige Schlüsse doch ungenügend. — Ich kann nur Folgendes constatiren: *Sycandra raphanus* zeigt ein Beispiel der unvollkommenen Geschlechtstrennung, jedoch in ziemlich origineller Form. Die vorwiegend männlichen Personen sind ausserordentlich selten, wesshalb

---

[1] Versuch einer vergleichenden Untersuchung der Coelenteraten. Moskau 1880. S. 46. (russ.).

[2] Nogle Bidragetil de athecate Hydroids Hystologie. Videnskabelige Meddeleser fra den Naturhistoriske Forening i Kjöbenhaven or Aarene 1877 eg 1878. Citirt bei Korotneff.

[3] Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden. Wien 1878. S. 47.

[4] Arbeiten der ersten Versammlung der russischen Naturforscher Abth. f. Anat. u. Phys. 1868.

ihnen mehr morphologische, als physiologische Bedeutung zuzuschreiben ist. Zwar kann eine prädominirend männliche Person eine ganz ungeheure Masse von Sperma erzeugen, eine richtige Vertheilung der Spermatozoen zwischen den das Sperma entbehrenden Individuen ist jedoch wohl nicht anzunehmen. Wie meine Abbildung (Fig. 1) zeigt, kann von einer Person hundertmal mehr Sperma in Anspruch genommen werden, als nöthig wäre; die eben erwähnte Abbildung zeigt auch, dass dies auch dann geschehen kann, wann das Weibchen überhaupt kein Sperma braucht, wann die Eier noch ganz unreif sind.

Bei den vorwiegend weiblichen Personen sind Spermaklumpen noch seltener vertreten, als bei den prädominirend männlichen Eiern und Larven. (Vergl. Fig. 1 u. 2). Auch habe ich bei der Untersuchung und zwar sehr oft solche *Sycandra*-Personen getroffen, die nur Eier, respective Embryonen in sich zeigten. Für Weibchen im wahren Sinne des Wortes darf ich sie jedoch nicht halten. Dazu sind die vorwiegend männlichen Individuen zu selten und die Spermaklumpen bei den vorwiegend weiblichen Personen zu spärlich. Vielmehr glaube ich, dass jede weibliche *Sycandra*-Person sporadisch auch Spermaklumpen erzeugt, und dass das Räthsel der wohl bekannten, ganz merkwürdigen Fruchtbarkeit des Thieres damit zu erklären ist, dass die Spermatozoen, einmal ins Gewebe gerathen, dort mehr oder minder lange Zeit sich aufhalten können, ohne ihre Befruchtungsfähigkeit zu verlieren, wodurch die rechtzeitige Befruchtung vielleicht mehrerer Eiergenerationen gesichert würde. An Analogis bei den übrigen Thiergruppen fehlt es mutatis mutandis nicht. Dass die Spermatozoen, um Eier zu befruchten, ins Gewebe gerathen müssen, liegt auf der Hand. Demgemäss ist der Unterschied, ob sie sich dort kurze oder lange Zeit aufhalten, von quantitativer, nicht qualitativer Natur und die Frage auf die Lebensfähigkeit der Spermatozoen zurückzuführen. Diese letztere zu bewundern habe ich sehr oft Gelegenheit gehabt. Zwischen dem Deckblättchen und dem Objectträger — also unter keineswegs günstigen Existenzbedingungen — bleiben die *Sycandra*-Spermatozoen unter Umständen stundenlang lebend; auch habe ich einige Male an halb verfaulten *Sycandra*-Exemplaren, wo es von Bakterien und Infusorien wimmelte, die Anwesenheit ganz munterer Spermatozoen constatiren können.

Sei dem so oder nicht, die Form der unvollkommenen Geschlechtstrennung bei *Sycandra raphanus* weicht sehr von dem ab, was wir für andere Schwämme, etwa *Halisarca lobularis*, wissen und verdient demgemäss eine neue, speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung.

Tafelerklärung.

Alle Figuren beziehen sich auf *Sycandra raphanus*.

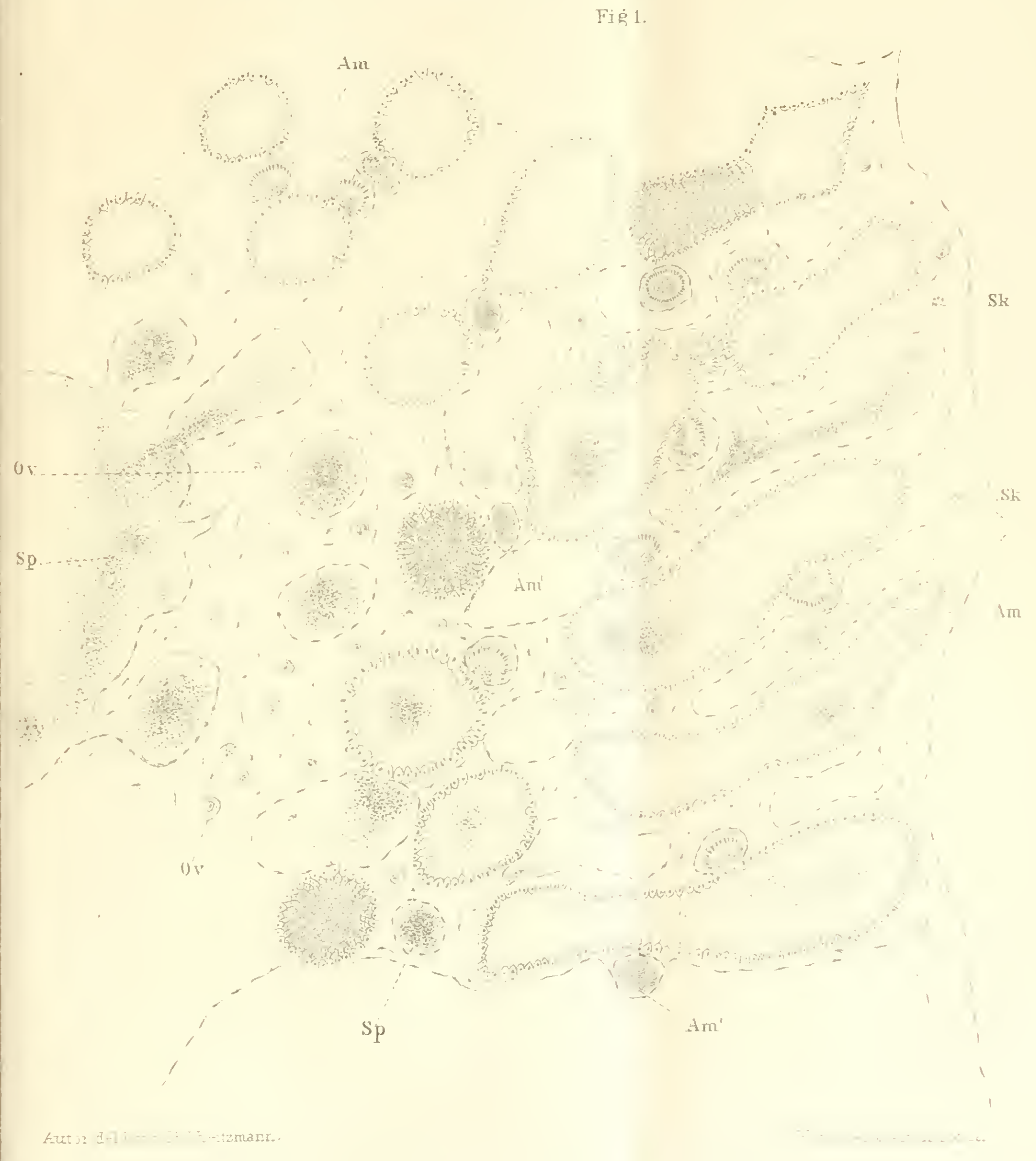
Fig. 1. Stück eines schrägen Schnittes. Spicula weggelassen. *Sp* — Sperma; *Sk* — Spermaklumpen; *Ov* — junge Eizellen; *Am* — Larven; *Am'* — dieselben, quer getroffen. Vergrösserung 275/1.

„ 2. Stück eines Querschnittes, Spermaklumpen in verschiedenen Stadien der Entwicklung zeigend; daneben einige Eier (*Ov*). Vergrösserung 792/1.

„ 3. Entwicklungsphasen eines Spermaklumpens (stark vergrössert).

„ 4. Lebende Spermatozoen. Vergrösserung 972/1.

Fig 1.



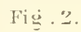


Fig. 2.



